



Dispositif pour corriger les distorsions non-linéaires
d'un amplificateur électronique

La présente invention se rapporte d'une façon générale aux systèmes de communications, en particulier les systèmes de communications par satellite, et elle concerne plus spécialement un dispositif destiné à
5 corriger les distorsions d'amplitude et de phase des amplificateurs de puissance utilisés dans les transpondeurs des systèmes de communications.

Les performances des amplificateurs de puissance micro-ondes sont limitées par la non-linéarité de leurs caractéristiques au voisinage de leur point de saturation, laquelle non-linéarité produit dans les signaux transmis des distorsions indésirables.

15 Or, pour assurer une capacité de transmission maximale tout en maintenant la masse des transpondeurs et leur consommation d'énergie la plus faible possible, il est nécessaire de faire travailler les amplificateurs de puissance le plus près possible de leur niveau de saturation. Cependant, il faut que le point de
20 fonctionnement des amplificateurs soit néanmoins suffisamment écarté du niveau de saturation si l'on veut éviter les effets des non-linéarités de leurs caractéristiques. En appliquant aux amplificateurs une
25 technique de correction des distorsions, il est possible de faire travailler les amplificateurs à un point de fonctionnement plus proche du niveau de saturation qu'il serait permis autrement.

Plusieurs techniques pour corriger les distorsions non-linéaires sont connues. La première est la technique de contre-réaction classique (H. Seidel, "A Microwave Feed Forward Experiment", BSTJ. Vol. 50, Novembre 1971).
5 Cette technique n'est toutefois pas applicable aux transpondeurs pour satellite car elle limite la bande de fréquences.

10 La deuxième technique de correction des distorsions non-linéaires est la technique de réaction positive qui utilise deux amplificateurs en parallèle. Cette technique a été utilisée pour des stations terriennes (G. Satoh, "An Active Phase and Amplitude Correction Device for TWTA's", IEEE Conf. on Earth Station
15 Technology, Octobre 1970). Cependant elle ne convient guère pour des transpondeurs embarqués à bord d'un satellite car elle augmente le poids embarqué et réduit la fiabilité.

20 Une troisième technique pour corriger les distorsions non-linéaires, enfin, consiste à appliquer aux signaux d'entrée une prédistorsion qui est l'inverse des distorsions d'amplitude et de phase de l'amplificateur de puissance. Cette technique a été décrite par M. Kumar
25 et al, dans "Predistortion Linearizer Using GaAs Dual-Gate MESFET for TWTA and SSPA Used in Satellite Transponders", IEEE Trans. MTT, Vol. MTT-33, N° 12, Décembre 1985. La technique par prédistorsion a été appliquée à des stations terriennes mais même dans la
30 version la plus simple le dispositif de correction utilise un grand nombre de composants et implique un réglage d'adaptation coûteux pour l'adapter aux caractéristiques de l'amplificateur auquel il est associé.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients des dispositifs connus pour corriger les distorsions non-linéaires des amplificateurs et de proposer un nouveau dispositif simple à fabriquer et qui ne demande qu'un nombre réduit de composants.

Ce but est atteint selon l'invention par un dispositif à mode réfléchitif comprenant un moyen séparateur/combineur agencé pour diviser un signal entrant entre deux ports et pour combiner les signaux réfléchis par des circuits connectés auxdits ports et former un signal de sortie, lequel dispositif est remarquable en ce que les circuits connectés aux ports précités sont constitués chacun d'un séparateur/combineur de signal ayant trois branches, la première branche est connectée au port respectif, la deuxième branche comprend une réactance variable, et la troisième branche comprend un élément non linéaire.

Dans un mode de réalisation, l'élément non linéaire est constitué de diodes Schottky connectées en montage antiparallèle. Une résistance relie l'élément non linéaire à la réactance variable.

Un dispositif conforme à l'invention a pour avantages d'être simple et compact, et de ne comporter qu'un nombre réduit de composants passifs seulement. Tous ces composants peuvent être aisément réalisés sur microbande ou en technologie intégrée monolithique. De par son faible poids et son faible encombrement ce dispositif convient particulièrement bien pour les équipements embarqués à bord de satellites de communications.

D'autres avantages et aspects de l'invention ressortiront à la lecture des dessins et de la description qui suivent.

5 Dans les dessins :

La figure 1 est un schéma par blocs simplifié du dispositif selon l'invention.

10 Les figures 2 et 3 sont des diagrammes vectoriels illustrant le fonctionnement du dispositif selon l'invention, la figure 2 illustrant le cas où le signal d'entrée est de faible niveau tandis que la figure 3 illustre le cas où le niveau du signal d'entrée est
15 élevé.

Se reportant à la figure 1, un dispositif conforme à l'invention comprend un circuit termineur à quadrature 11. Celui-ci a quatre ports. Le port 1 est destiné à
20 être connecté pour recevoir un signal d'entrée V_i . Le port 4 délivre le signal de sortie V_o . Les ports 2 et 3 sont chacun connectés à un circuit à mode réfléchitif, respectivement noté 12 et 13.

25 Conformément à l'invention, chacun des circuits 12 et 13 comprend un séparateur/combineur de signal 14 ayant trois branches. La première branche est connectée au port 2 ou 3, la deuxième branche comprend une réactance variable X et la troisième branche comprend un élément
30 non-linéaire D constitué par exemple d'un montage antiparallèle de deux diodes Schottky D_1 et D_2 reliées à un potentiel de terre. Une résistance d'adaptation R relie l'élément non-linéaire D à la réactance X .

35 L'énergie du signal d'entrée V_i se divise en deux

parties égales dans les circuits 12 et 13. Dans chacun de ceux-ci l'énergie est à son tour divisée en deux parties. Une partie est appliquée à la réactance X et se trouve réfléchiée en totalité. L'autre partie de l'énergie est appliquée à l'élément non-linéaire D et une fraction en est réfléchiée, la fraction réfléchiée dépendant de la valeur de l'impédance dynamique de l'élément non-linéaire et donc du niveau du signal d'entrée.

10

Lorsque le niveau du signal d'entrée est faible, l'impédance dynamique de D est élevée et la tension de crête du signal V_d sur l'impédance D a pratiquement la même amplitude que le signal V_x . La tension V_d est en opposition de phase avec la tension d'entrée V_i (voir figure 2). La majeure partie de l'énergie d'entrée est dissipée dans la résistance R et une faible partie en est réfléchiée vers le circuit termineur dans lequel elle se combine vectoriellement avec le signal réfléchi identique V_x pour donner la tension de sortie V_o . Sur la figure 2 on observe le déphasage fixe θ entre le signal d'entrée V_i et le signal dans les branches non linéaires et la phase d'insertion ϕ . L'affaiblissement d'insertion dans ce cas est élevé et l'affaiblissement d'adaptation est faible.

25

A mesure que le niveau du signal d'entrée croît, l'impédance dynamique des diodes D diminue et la tension V_d croît moins vite que V_x (voir figure 3). Moins d'énergie se trouve dissipée dans la résistance R et la tension de sortie V_o croît. D'autre part, on observe sur la figure 3 que la phase d'insertion ϕ diminue. L'affaiblissement d'insertion est alors plus faible.

30

35 En adaptant les valeurs de la longueur électrique de la

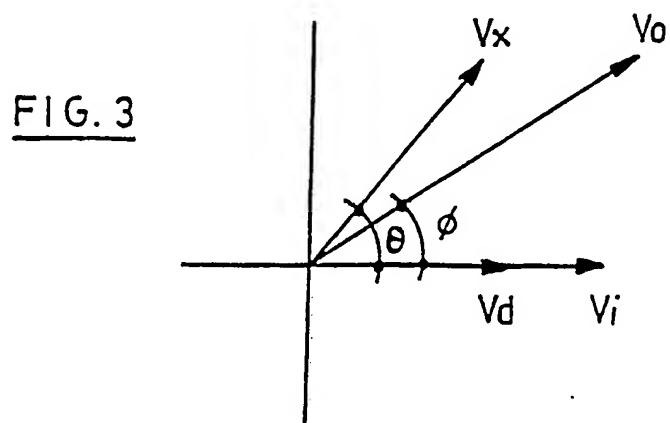
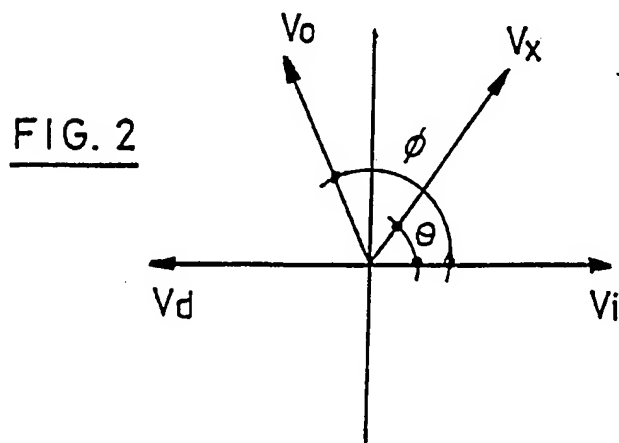
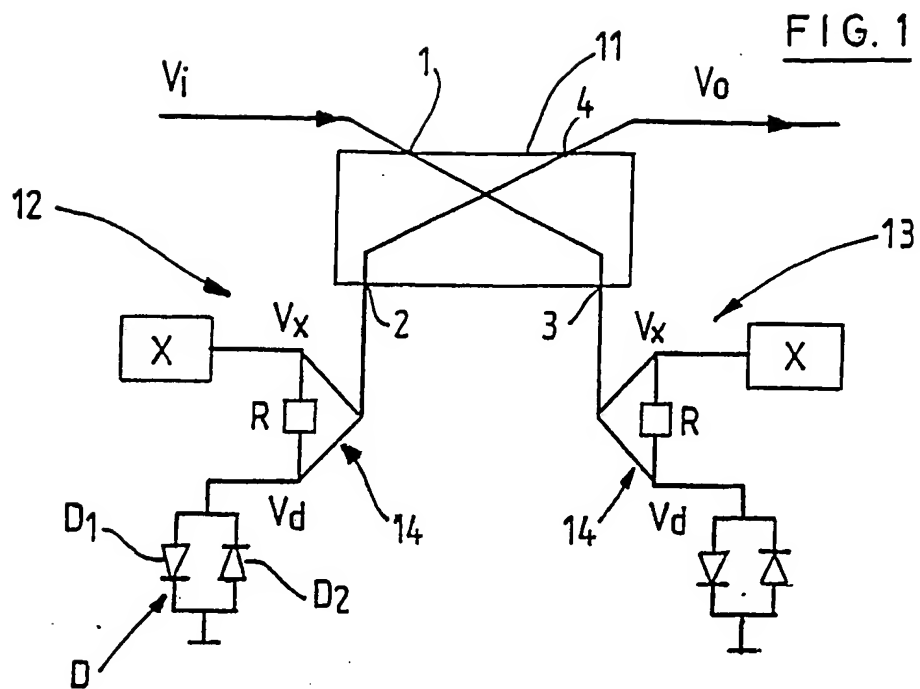
réactance X et de la résistance d'adaptation R il est donc possible de faire varier très simplement le gain d'insertion et la phase d'insertion de manière à réaliser des caractéristiques inverses des caractéristiques de gain et de phase d'un amplificateur donné. Un
5 choix approprié pour la réactance permet même également de réaliser une compression de gain au lieu d'une expansion et de constituer ainsi un simple limiteur doux.

10

Des mesures expérimentales ont été effectuées sur un prototype fabriqué sur un substrat d'alumine ayant une constante diélectrique de 9,9 et une épaisseur de 0,635 mm avec des éléments non linéaires constitués de diodes
15 Schottky au silicium avec conducteurs-poutres. Sur une bande de fréquences de 12 à 13 GHz une expansion de gain de 6dB et une variation de phase de plus de 10 degrés ont été obtenues. Vu les performances sur le plan des affaiblissements d'insertion et d'adaptation, le circuit
20 selon l'invention ne nécessite pas d'isolateurs comme les dispositifs connus pour corriger les distorsions non-linéaires des amplificateurs.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour corriger les distorsions non-linéaires d'un amplificateur de signal électronique, comprenant un moyen séparateur/combineur (11) agencé pour diviser un signal entrant (V_i) entre deux ports (2,3) et pour combiner les signaux réfléchis par des circuits connectés auxdits ports (2,3) et former un signal de sortie (V_o), caractérisé en ce que les circuits (12,13) connectés aux ports (2,3) précités sont constitués chacun d'un séparateur/combineur de signal (14) ayant trois branches, la première branche est connectée au port (2 ou 3) respectif, la deuxième branche comprend une réactance variable (X), et la troisième branche comprend un élément non linéaire (D).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément non-linéaire (D) est constitué d'un montage antiparallèle de deux diodes Schottky.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque séparateur/combineur de signal (14) comprend une résistance (R) connectée entre la réactance variable (X) et l'élément non-linéaire (D).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux circuits (12,13) connectés aux port (2,3) précités sont identiques.



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9211578
FA 480827

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP-A-0 277 636 (NEC CORPORATION) * colonne 4, ligne 5 - ligne 49; figure 2 *	1-4

A	US-A-4 588 958 (A. KATZ ET AL) * colonne 4, ligne 45 - colonne 6, ligne 54; figure 3 *	1-4

A	EP-A-0 411 180 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) * colonne 9, ligne 2 - ligne 41; figure 6A *	1-4

		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		H03F H01P
Date d'achèvement de la recherche 10 JUIN 1993		Examinateur TYBERGHIEN G.M.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>-----</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>		